

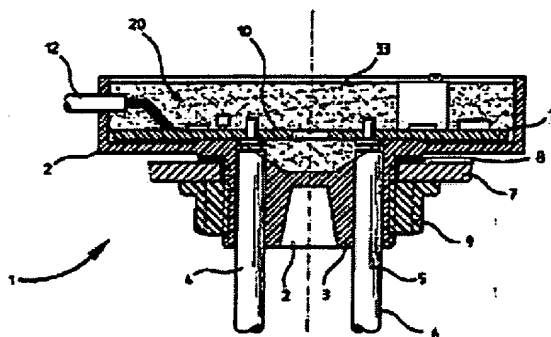
Level gauge for measuring filling level of liquids with low conductivity especially water

Publication number: DE19613813
Publication date: 1997-10-09
Inventor: STEINMETZ ARMIN (DE)
Applicant: SCHAUDT GMBH (DE)
Classification:
- international: **G01F23/26; G01F23/22; (IPC1-7): G01F23/26**
- european: **G01F23/26B; G01F23/26B4; G01F23/26B6**
Application number: DE19961013813 19960407
Priority number(s): DE19961013813 19960407

Report a data error here

Abstract of DE19613813

The level gauge works according to the principle of capacitive filling level measurement. It has probe rods (4, 5) and an electronic evaluation unit controlling their probe capacitances. A constant current source charges the probe capacitances (13, 14) of the probe rods (4, 5), for forming a linear voltage rise per unit time. The probe capacitances are discharged using a transistor, pulsed with a constant frequency. A blanking out signal of the same frequency pulses a further transistor. Which together with an evaluation circuit, also a low pass with resistor and capacitor, taking account of a highly stable voltage. Effects the formation of a DC voltage proportional to the filling level of the relevant liquid to be measured, for the control of an indicating instrument.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



DEUTSCHES
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: 196 13 813.2
②② Anmeldetag: 7. 4. 96
②③ Offenlegungstag: 9. 10. 97

DE 196 13 813 A 1

⑦① Anmelder:
Schaudt GmbH, 88677 Markdorf, DE

⑦④ Vertreter:
Brinkmann, K., Pat.-Anw., 88709 Meersburg

⑦② Erfinder:
Steinmetz, Armin, 88677 Markdorf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

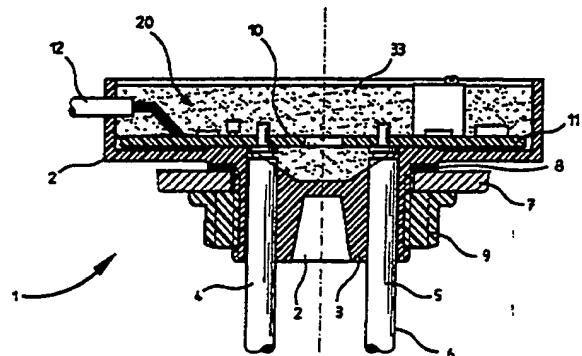
Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

⑤④ Vorrichtung zur Messung des Füllstands von Flüssigkeiten geringer Leitfähigkeit, insbesondere Wasser

⑤⑦ Zur Füllstandsmessung von Flüssigkeiten ist kapazitives Meßverfahren bekannt. Die bekannten Auswerteschaltungen arbeiten aber nicht linear, so daß Meßfehler auftreten. Die neue Vorrichtung soll bei beliebigem Füllstand eine kontinuierliche, proportionale Messung und hohe Meßgenauigkeit gewährleisten.

Es ist eine Konstantstromquelle (25) zur Aufladung der Sondenkapazitäten (13, 14) der mit Konstantstrom (I_K) zur Bildung eines zeitlich linearen Spannungsanstiegs ($U_{S(t)}$) geladenen Sondenstäbe (4, 5) vorgesehen. Die Sondenkapazitäten (13, 14) sind mittels eines mit konstanter Frequenz (f) getakteten Transistors (T2) entladbar. Ein Austastsignal ($U_{Austast}$) der gleichen Frequenz (f) taktet einen weiteren Transistor (T4), der zusammen mit einer Auswerteschaltung (27) sowie einem Tiefpaß (Widerstand R27, Kondensator C11) unter Bezugnahme auf eine hochstabile Spannung (U_1) die Bildung einer zum Füllstand der betreffenden, zu messenden Flüssigkeit proportionalen Gleichspannung (U_{C11}) zur Ansteuerung eines Anzeigeinstruments (17) bewirkt.

Es ist vorteilhaft, daß bei jedem Füllstand mit hoher Genauigkeit kontinuierliche Messung und Anzeige möglich sind, selbst dann, wenn die Flüssigkeit sehr geringe Leitfähigkeit hat, wie sie z. B. destilliertes Wasser aufweist.



BEST AVAILABLE COPY

DE 196 13 813 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Messung des Füllstands von Flüssigkeiten geringer Leitfähigkeit, insbesondere Wasser, nach dem Prinzip kapazitiver Füllstandsmessung, mit Sondenstäben und einer von deren Sondenkapazitäten gesteuerten Auswerteelektronik, der ein Anzeigeelement nachgeschaltet ist.

Kapazitive Füllstandsmessung ist bekannt. Die dazugehörigen, elektronischen Auswerteschaltungen arbeiten aber nicht linear, so daß die am Ausgang der betreffenden Auswerteschaltung verfügbare Ausgangsspannung nicht proportional zur Füllstandshöhe ist. Bei Flüssigkeiten mit geringer Leitfähigkeit tritt hohe Ungenauigkeit der Messung auf. Auch eine weiterhin bekannte Füllstandsmessung in Stufen mit Hilfe einer Basiselektrode und mehrerer gegeneinander höhenmäßig versetzt angeordneter Elektroden ist ungenau und liefert keine kontinuierliche Anzeige der Füllstandshöhe.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs erwähnten Gattung so weiterzubilden, daß bei beliebigem Füllstand eine kontinuierliche, proportionale Messung und hohe Meßgenauigkeit gewährleistet sind.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die im Anspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

Die Erfindung weist gegenüber dem Bekannten die Vorteile auf, daß bei jedem Füllstand mit hoher Genauigkeit kontinuierliche Messung und Anzeige möglich sind, selbst dann, wenn die Flüssigkeit sehr geringe Leitfähigkeit hat, wie sie z. B. destilliertes Wasser aufweist. Selbst Flüssigkeiten mit sehr geringem Wassergehalt von beispielsweise nur 4–5%, etwa Spiritus, sind exakt meßbar. Die Messung ist sowohl weitgehend unabhängig von der elektrischen Leitfähigkeit der zu messenden Flüssigkeit, von der Versorgungsspannung innerhalb definierter Grenzen für die zu der Vorrichtung gehörigen Elektronik sowie auch von der Temperatur der zu messenden Flüssigkeit. Jeder Füllstand ist proportional meß- und anzeigbar. Die Elektronik für die neue Vorrichtung enthält preiswerte Standardbauelemente, so daß der Kosteneinsatz hierfür gering ist. An den Ausgang der Elektronik können Analoginstrumente unmittelbar angeschlossen werden, was die Handhabung der Vorrichtung erleichtert.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung hervor.

Die Erfindung wird an Ausführungsbeispielen anhand von Zeichnungen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 im Schnitt eine Sonde, bestehend aus Sondenstäben und Elektronik zur Messung des Füllstands von Flüssigkeiten,

Fig. 2 ein Ersatzschaltbild der Sondenstäbe,

Fig. 3 ein Stromlaufschaltbild der Elektronik mit angeschlossenen Sondenstäben sowie Anzeigeelement,

Fig. 4 ein Diagramm, aus dem der zeitliche Verlauf des am Eingang der Elektronik meßbaren Signals sowie ein weiteres Signal am Kollektor eines Schalttransistors in der Elektronik hervorgehen.

Eine Sonde 1 (Fig. 1) zur Messung des Füllstands von Flüssigkeiten umfaßt in einem als Kunststoffspritzgußteil ausgeführten Gehäuse 2 in einem Kragen 3 des Gehäuses 2 sitzend zwei im wesentlichen gleichlange Sondenstäbe 4, 5 aus Metall, von denen der eine Sondenstab 4 blank und der andere Sondenstab 5 mit einer Isolierung 6 versehen ist. Die beiden, in dem Kragen 3 des Gehäuses 2 sitzenden Sondenstäbe 4, 5 sind gegeneinander auf Abstand fixiert. Sie sitzen somit fest in dem Gehäuse 2 und ragen je nach Füllstand mehr oder weniger weit in eine (in den Zeichnungen nicht dargestellte) Flüssigkeit hinein.

Beim Ausführungsbeispiel der Erfindung bestehen die Sondenstäbe 4, 5 aus Stahl.

Der Kragen 3 (Fig. 1) des Gehäuses 2 der Sonde 1 ist durch eine entsprechende Bohrung im Tank 7 hindurchgesteckt, dessen Füllstand gemessen werden soll. Dabei ragen die Sondenstäbe 4, 5 in die Flüssigkeit hinein. Die Sonde 1 ist unter Zwischenlegung eines Dichtrings 8 mit Hilfe einer Überwurfmutter 9 an dem Tank 7 fixiert.

Im Inneren des Gehäuses 2 (Fig. 1) der Sonde 1 sind die beiden Sondenstäbe 4, 5 mit Leiterbahnen 10 auf einer Leiterplatte 11 elektrisch verbunden. Die Leiterbahnen 10 sind an eine Elektronik 20 (Fig. 1, 3) zur Auswertung angeschlossen. Über ein elektrisches Kabel 12 (Fig. 1) werden einerseits die Elektronik 20 mit elektrischem Strom versorgt und andererseits von der Elektronik 20 das gewünschte Analogsignal für ein Anzeigeelement 17 (Fig. 3) zur Anzeige des Füllstands der Flüssigkeit geliefert.

Das elektrische Ersatzschaltbild (Fig. 2) der Sondenstäbe 4, 5 umfaßt die einige pF betragende Sondenkapazität 13 der Sondenstäbe 4, 5 in Luft, die einige 100 pF betragende Sondenkapazität 14 der Sondenstäbe 4, 5 proportional zur Eintauchtiefe der Sondenstäbe 4, 5 in der Flüssigkeit, den einige k Ω betragenden, von der Eintauchtiefe der Sondenstäbe 4, 5 und der Leitfähigkeit der zu messenden Flüssigkeit abhängigen Widerstand 15 und den einige M Ω betragenden Verlustwiderstand 16 des Dielektrikums der Isolierung 6 (Fig. 1) am Sondenstab 5 der Sonde 1.

Von den vier vorerwähnten elektrischen Größen des Ersatzschaltbilds (Fig. 2) der Sondenstäbe 4, 5 (Fig. 1) ist nur ein Wert für den Füllstand der Flüssigkeit repräsentativ, nämlich die Sondenkapazität 14 der Sondenstäbe 4, 5 proportional zu ihrer Eintauchtiefe in der Flüssigkeit.

Der Einfluß des Widerstands 15 wird durch eine weiter unten im Detail beschriebene, elektronische Schaltung eliminiert. Die Sondenkapazität 13 der Sondenstäbe 4, 5 und deren Verlustwiderstand 16 werden durch einen Nullabgleich in der elektronischen Schaltung 20 kompensiert. Durch geeignete Wahl der Arbeitsfrequenz für die elektronische Schaltung 20 kann der Einfluß des Verlustwiderstands 16 der Sondenstäbe 4, 5 vernachlässigt werden.

Die Elektronik 20 (Fig. 3) wird über Klemmen 21, 22 mit elektrischem Strom versorgt. Der elektrische Strom wird über das Kabel 12 (Fig. 1) zugeführt. Nicht zwingend notwendig, aber vorteilhaft sorgt beim Ausführungsbeispiel der Erfindung in der Elektronik 20 ein Konstanthalter 24 für konstante Stromversorgung der Elektronik

20.

Die Elektronik 20 (Fig. 3) umfaßt zunächst eine Konstantstromquelle 25, die die Sondenkapazitäten 13, 14 (Fig. 2) mit einem Konstantstrom I_K lädt. Hierdurch entsteht ein zeitlich linearer Spannungsanstieg $U_{S(t)}$ (Fig. 3, 4) an den Sondenstäben 4, 5. Deren Entladung erfolgt über einen Transistor T2 (Fig. 3), solange dieser geöffnet ist. Während des Durchlaufens des Signals $U_{S(t)}$ durch einen definierten Spannungsbereich bleibt ein Transistor T4 nach der folgenden Beziehung gesperrt:

$$T4 \text{ ist gesperrt für } U_1 < U_{S(t)} < U_2 \quad (1)$$

Vor Erreichung der Spannung U_1 war der Transistor T4 geöffnet. Nach Überschreitung der Spannung U_2 wird der Transistor T4 wieder geöffnet, und während der Entladung der Sondenkapazitäten 13, 14 durch einen Transistor T2 ist der Transistor T4 durch die Wirkung eines aus einem Rechteckgenerator 26 stammenden Austastsignals $U_{Austast}$ ebenfalls geöffnet. Die Frequenz f , mit der das Austastsignal $U_{Austast}$ gegeben wird, ist, wie die Entladezeit selbst, konstant.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die Frequenz des Rechteckgenerators 26, mit der der Transistor T2 auf- und zugesteuert wird, auf 1,7 kHz eingestellt.

Die Aufladezeit t_A variiert mit der aus den Sondenkapazitäten 13, 14 resultierenden Sondenkapazität C_S und wird, während die Beziehung (1) erfüllt ist, erfaßt (Fig. 3). Es gilt die Beziehung:

$$\text{allgemein: } C = \frac{Q}{dU} = \frac{I \times t}{dU} \text{ für } I = \text{konst.} \quad 20$$

$$\text{hier: } C_S = \frac{I_K \times t_A}{(U_2 - U_1)} \quad 25$$

$$t_A = \frac{C_S \times (U_2 - U_1)}{I_K} \Rightarrow t_A = \frac{C_S \times dU_M}{I_K} \quad (2) \quad 30$$

Die Spannungen U_K , U_2 , U_1 und dU_M werden durch Reihenschaltung der Widerstände R4, R5, R6 und einer als Referenzdiode verwendeten Zenerdiode IC1 gewonnen. Die Bauteile R4, R5, R6 und IC1 werden von dem Querstrom I_Q durchflossen.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Zenerdiode IC1 mit einer Zenerspannung von 2,49 V verwendet.

Die Konstantstromquelle 25 erzeugt den Konstantstrom I_K , und zwar in dem Bereich $U_1 < U_{S(t)} < U_2$ unabhängig von $U_{S(t)}$, der proportional zu seiner Spannungsreferenz U_K ist.

Es gilt die Beziehung

$$I_K = \frac{I_Q \times R4}{R1} \quad (3) \quad 40$$

$$dU_M = I_Q \times R6 \quad (4) \quad 45$$

$$(3) \text{ und } (4) \text{ in } (2): t_A = \frac{C_S \times I_Q \times R6 \times R1}{I_Q \times R4} \Rightarrow t_A = \frac{R6 \times R1}{R4} \times C_S \quad (5) \quad 50$$

Die Aufladezeit t_A ist also außer von der Sondenkapazität C_S nur von den Widerständen R1, R4 und R6 abhängig, weil sich der Querstrom I_Q herauskürzt.

Das gewonnene, pulsweitenmodulierte, am Kollektor des Transistors T4 erscheinende Rechtecksignal $U_{T4(t)}$ (Fig. 4) wird in einem aus einem Widerstand R27 und einem Kondensator C11 (Fig. 3) gebildeten Tiefpaß 1. Ordnung in eine dem Tastverhältnis

$$V_T = \frac{t_A}{T} \text{ bzw. } V_T = t_A \times f \quad 60$$

proportionale Gleichspannung umgewandelt. Die Stabilität der Rechteckamplitude wird durch die Versorgung des Transistors T4 aus der hochstabilen Gleichspannung U_1 sichergestellt.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird ein Tiefpaß (Widerstand R27, Kondensator C11) mit einer Grenzfrequenz von 2 Hz verwendet.

Nach dem Tiefpaß ergibt sich:

$$U_{C11} = V_T \times U_1$$

$$U_{C11} = t_A \times f \times U_1 \quad (6)$$

5 (5) in (6):

$$U_{C11} = \frac{R_6 \times R_1}{R_4} \times C_s \times f \times U_1 \quad (7)$$

10 Die analoge Spannung U_{C11} am Kondensator C11 des aus dem Widerstand R27 und dem Kondensator C11 gebildeten Tiefpasses verhält sich also streng proportional zu der aus den Sondenkapazitäten 13, 14 (Fig. 2) resultierenden Sondenkapazität C_s .

15 An der Basis des Transistors T4 (Fig. 3) liegt eine Auswerteschaltung 27, die beim Ausführungsbeispiel der Erfindung zwei Komparatoren und eine Logikschaltung umfaßt. Die Auswerteschaltung 27 ist auch an den Kollektor des Transistors T2 und den mit der Isolierung 6 versehenen Sondenstab 5, die Zenerdiode IC1, einen Widerstand R6, der den Querstrom I_Q führt, den Ausgang des Rechteckgenerators 26 und eine weiter unten noch erläuterte Kompensationsschaltung 28 angeschlossen.

20 Die Toleranzen der Werte der Widerstände R1, R4, R6, der Frequenz f und der Spannung U_1 werden beim Abgleich einer an sich bekannten Kompensationsschaltung 28, die einen Verstärker, einen Regelwiderstand 29 für den Nullabgleich und einen Regelwiderstand 30 für den Endausschlag des an die Elektronik 20 angeschlossenen Anzeigeinstruments 17 umfaßt, ausgeglichen. Temperaturunabhängigkeit und zeitliche Konstanz der Werte der vorgenannten Bauelemente werden durch die Wahl geeigneter Bauteile sichergestellt.

25 Im oberen Teil der Kurvendarstellung der Fig. 4 der Zeichnungen ist der Verlauf des Signals an dem mit der Isolierung 6 versehenen Sondenstab 5 in Abhängigkeit von der Zeit t dargestellt. Der Wasserwiderstand R_w , also der Widerstand 15, ist hierbei kleiner als 1 k Ω . Die relevante Aufladezeit t_A am Kollektor des Transistors T4 stellt die Durchlaufzeit des Signals $U_{S(t)}$ von U_1 bis U_2 dar. Bevor am Kollektor des Transistors T4 also ein High-Pegel entsteht, muß zuerst einmal die Spannung U_1 an dem mit der Isolierung 6 versehenen Sondenstab 5 erreicht werden.

30 Ist ein großer Widerstand in der zu messenden Flüssigkeit (beispielsweise bei weichem oder destilliertem Wasser) gegeben, so liegt dieser Widerstand R_w , also der Widerstand 15 (Fig. 2), bei deutlich über 1 k Ω . Bei nur geringer Benetzung der Sondenstäbe 4, 5 durch die zu messende Flüssigkeit treten in destilliertem Wasser Werte bis zu 100 k Ω auf. Mit der beschriebenen Vorrichtung ist bei diesen extremen Verhältnissen noch eine Messung möglich.

35 Weil die Sondenkapazitäten 13, 14 der Sondenstäbe 4, 5 mit Konstantstrom geladen werden, wird eine Beeinflussung des Meßergebnisses durch die Sondenkapazität 14, also die Sondenkapazität C_w in der Flüssigkeit, zuverlässig verhindert.

40 Der Konstantstrom I_K verursacht zusammen mit dem Widerstand R_w in der zu messenden Flüssigkeit, also dem Widerstand 15, einen Spannungssprung des Signals $U_{S(t)}$, sobald die Entladung beendet ist und der Transistor T2 sperrt. Ist dieser Spannungssprung wegen der endlichen Regelgeschwindigkeit der Konstantstromquelle 25 deutlich kleiner als die Spannung U_1 , so hat der Widerstand R_w in der zu messenden Flüssigkeit, also der Widerstand 15, keinen Einfluß auf die Messung der Sondenkapazität 14, also die Sondenkapazität C_w , und damit auf die Messung des Füllstands der betreffenden Flüssigkeit.

Die Spannung U_1 ist die Zenerspannung an der Zenerdiode IC1.

45 $U_{S(t)}$ ist das an dem mit einer Isolierung 6 versehenen Sondenstab 5 erscheinende Signal, also die Spannung U_s in Abhängigkeit von der Zeit t .

Die Spannung U_2 ist die Spannung, die an einer Stelle 31 in der Elektronik 20 anliegt.

Wird das Signal $U_{S(t)}$ durchlaufen, so leitet der Transistor T2 ab der Stelle 32 (Fig. 4).

50 Die an der Zenerdiode IC1 anliegende Spannung U_1 ist hochstabil. Die Frequenz f , mit der das Austastsignal $U_{Austast}$ gegeben wird, ist konstant. Die Aufladezeit t_A (Fig. 4) variiert in Abhängigkeit des zu messenden Füllstands der Flüssigkeit. Die Aufladezeit t_A ist diejenige Zeit, während der der Transistor T4 gesperrt ist. Das Tastverhältnis V_T , das sich aus dem Verhältnis der Aufladezeit t_A zu der Periodendauer T (Fig. 4) ergibt, ist die Bezugsgröße für die angestrebte, analoge, zum Füllstand der zu messenden Flüssigkeit proportionale Gleichspannung U_{C11} .

55 Bei steigendem Füllstand der zu messenden Flüssigkeit wird die Sondenkapazität 14, also die Sondenkapazität C_w (Fig. 2), größer. Die lineare Anstiegsflanke (Fig. 4) des Signals $U_{S(t)}$ wird dadurch flacher. Hierdurch erhöht sich die Aufladezeit t_A am Kollektor (Fig. 3) des Transistors T4.

60 Bei sinkendem Füllstand der zu messenden Flüssigkeit wird die Sondenkapazität 14, also die Sondenkapazität C_w (Fig. 2), kleiner. Die lineare Anstiegsflanke (Fig. 4) des Signals $U_{S(t)}$ wird dadurch steiler. Hierdurch verkürzt sich die Aufladezeit t_A am Kollektor (Fig. 3) des Transistors T4.

Der Raum im Gehäuse 2 (Fig. 1), in dem sich die Leiterplatte 11 mit den elektrischen Bauelementen befindet, ist beim Ausführungsbeispiel der Erfindung von einer Vergußmasse 33 ausgefüllt.

Bezugszeichenliste

- 65
1 Sonde
2 Gehäuse
3 Kragen

4 Sondenstab	
5 Sondenstab	
6 Isolierung	
7 Tank	
8 Dichtring	
9 Überwurfmutter	5
10 Leiterbahn	
11 Leiterplatte	
12 Kabel	
13 Sondenkapazität	10
14 Sondenkapazität	
15 Widerstand	
16 Verlustwiderstand	
17 Anzeigeinstrument	
18	15
19	
20 Elektronik	
21 Klemme	
22 Klemme	
23 Klemme	20
24 Konstanthalter	
25 Konstantstromquelle	
26 Rechteckgenerator	
27 Auswerteschaltung	
28 Kompensationsschaltung	25
29 Regelwiderstand	
30 Regelwiderstand	
31 Stelle	
32 Stelle	
33 Vergußmasse	30
34	
35	
36	
37	
38	35
39	
C _L Sondenkapazität	
C _S Sondenkapazität	
C _w Sondenkapazität	40
IC1 Zenerdiode	
T2 Transistor	
T4 Transistor	
U _i Zenerspannung	
U _{S(t)} Signal	45
U _{T4(t)} Rechtecksignal	
U _{C11} Gleichspannung	

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung des Füllstands von Flüssigkeiten geringer Leitfähigkeit, insbesondere Wasser, nach dem Prinzip kapazitiver Füllstandsmessung, mit Sondenstäben und einer von deren Sondenkapazitäten gesteuerten Auswerteelektronik, der ein Anzeigeinstrument nachgeschaltet ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine Konstantstromquelle (25) zur Aufladung der Sondenkapazitäten (13, 14) der mit Konstantstrom (I_K) zur Bildung eines zeitlich linearen Spannungsanstiegs ($U_{S(t)}$) geladenen Sondenstäbe (4, 5) vorgesehen ist, die Sondenkapazitäten (13, 14) mittels eines mit konstanter Frequenz (f) getakteten Transistors (T2) entladbar sind, ein Austastsignal ($U_{Austast}$) der gleichen Frequenz (f) einen weiteren Transistor (T4) taktet, der zusammen mit einer Auswerteschaltung (27) sowie einem Tiefpaß (Widerstand R27, Kondensator C11) unter Bezugnahme auf eine hochstabile Spannung (U_i) die Bildung einer zum Füllstand der betreffenden, zu messenden Flüssigkeit proportionalen Gleichspannung (U_{C11}) zur Ansteuerung eines Anzeigeinstruments (17) bewirkt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hochstabile Spannung (U_i) die Zenerspannung an einer Zenerdiode (IC1) ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der eine Sondenstab (5) mit einer elektrischen Isolierung (6) überdeckt ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz (f) des Austastsignals ($U_{Austast}$) konstant ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß am Kollektor des weiteren

Transistors (T4) ein pulsweitenmoduliertes Rechtecksignal ($U_{T4(t)}$) erscheint.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sondenstäbe (4, 5) aus Stahl bestehen.

5 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sondenstäbe (4, 5) aus einer Legierung hergestellt sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Sondenstäbe (4, 5) aus Messing bestehen.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektronik (20) in einem Gehäuse (2) untergebracht ist, in dem auch die Sondenstäbe (4, 5) sitzen.

10 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Innere des Gehäuses (2) mit einer Vergußmasse (33) ausgegossen ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die untere Grenze U_1 des Spannungsfensters dU_M ($U_2 - U_1$), dessen Durchlaufen durch das Signal $U_{S(t)}$ zum pulsweitenmodulierten Signal führt, höher ist, als das Produkt aus Konstantstrom I_K und dem maximal zu erwartenden Widerstand (15), um die Genauigkeit der Messung auch bei Medien geringer Leitfähigkeit (z. B. destilliertem Wasser) sicherzustellen.

15 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Tastverhältnis VT führende Aufladezeit t_A ausschließlich von der Konstantstromquelle (25) zugeordneten Widerständen (R_1 , R_4) und einem am Eingang der Auswerteschaltung (27) liegendem Widerstand (R_6) sowie der Sondenkapazität C_S abhängt.

20 Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

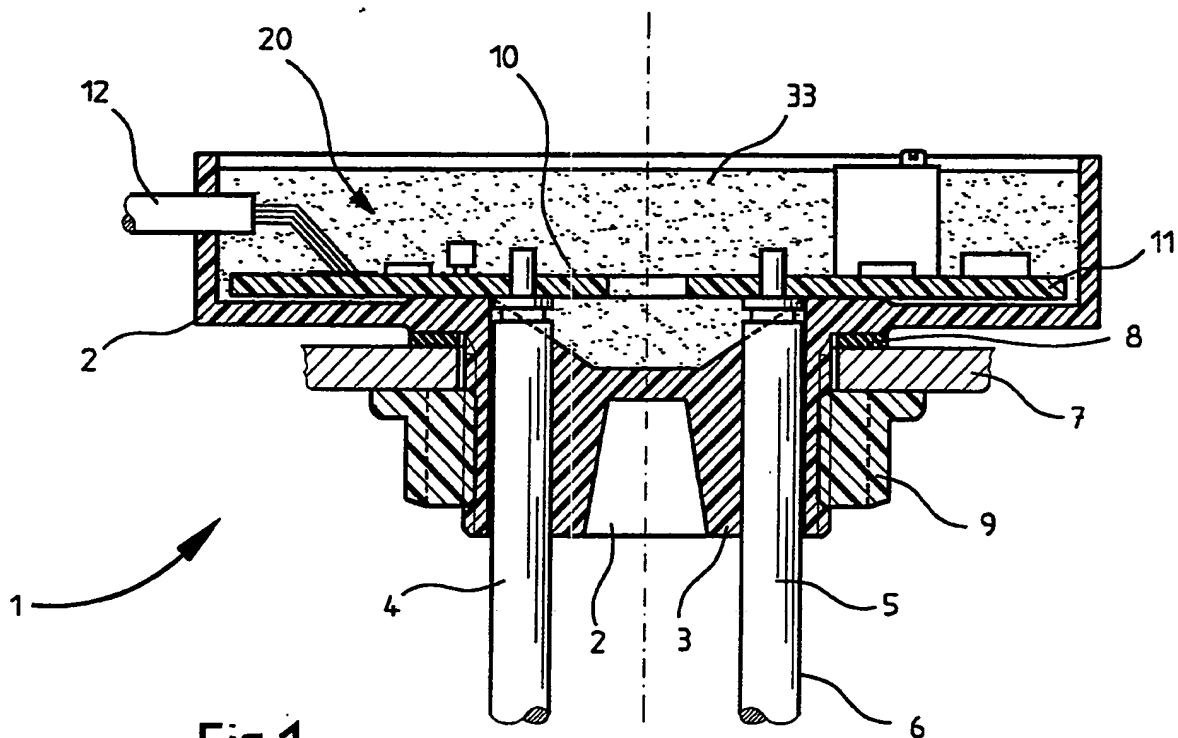


Fig. 1

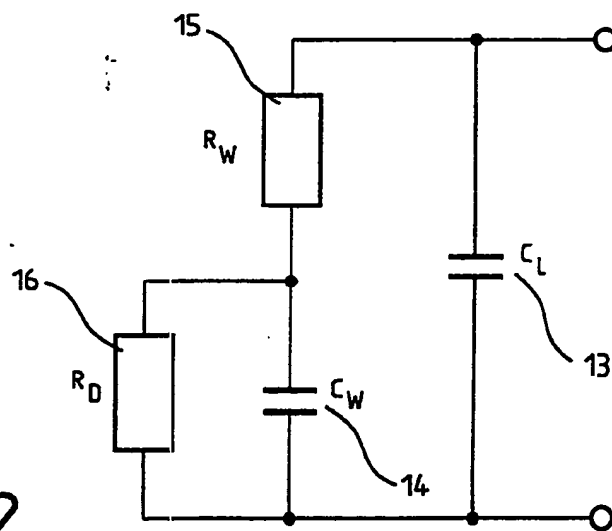
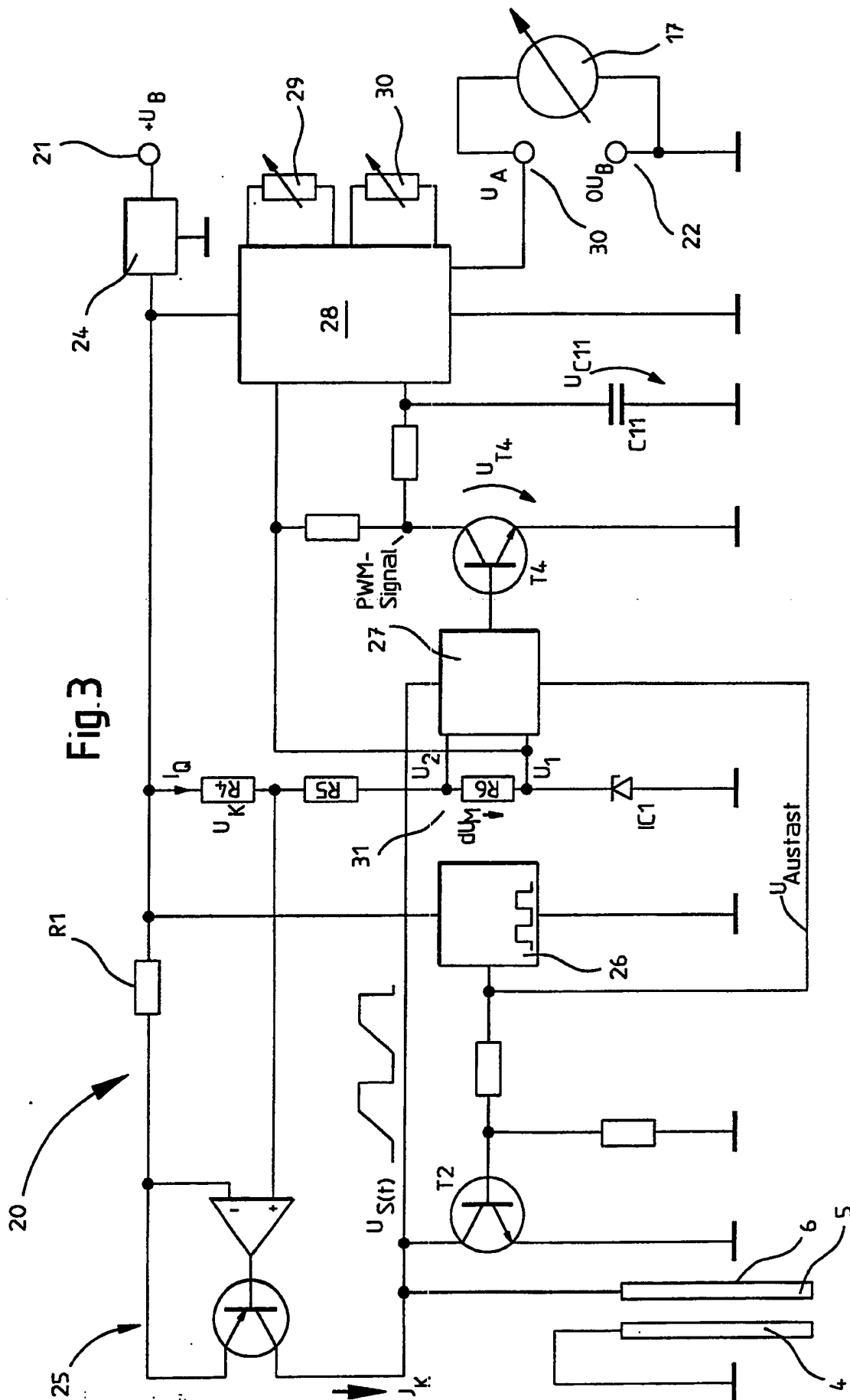


Fig. 2



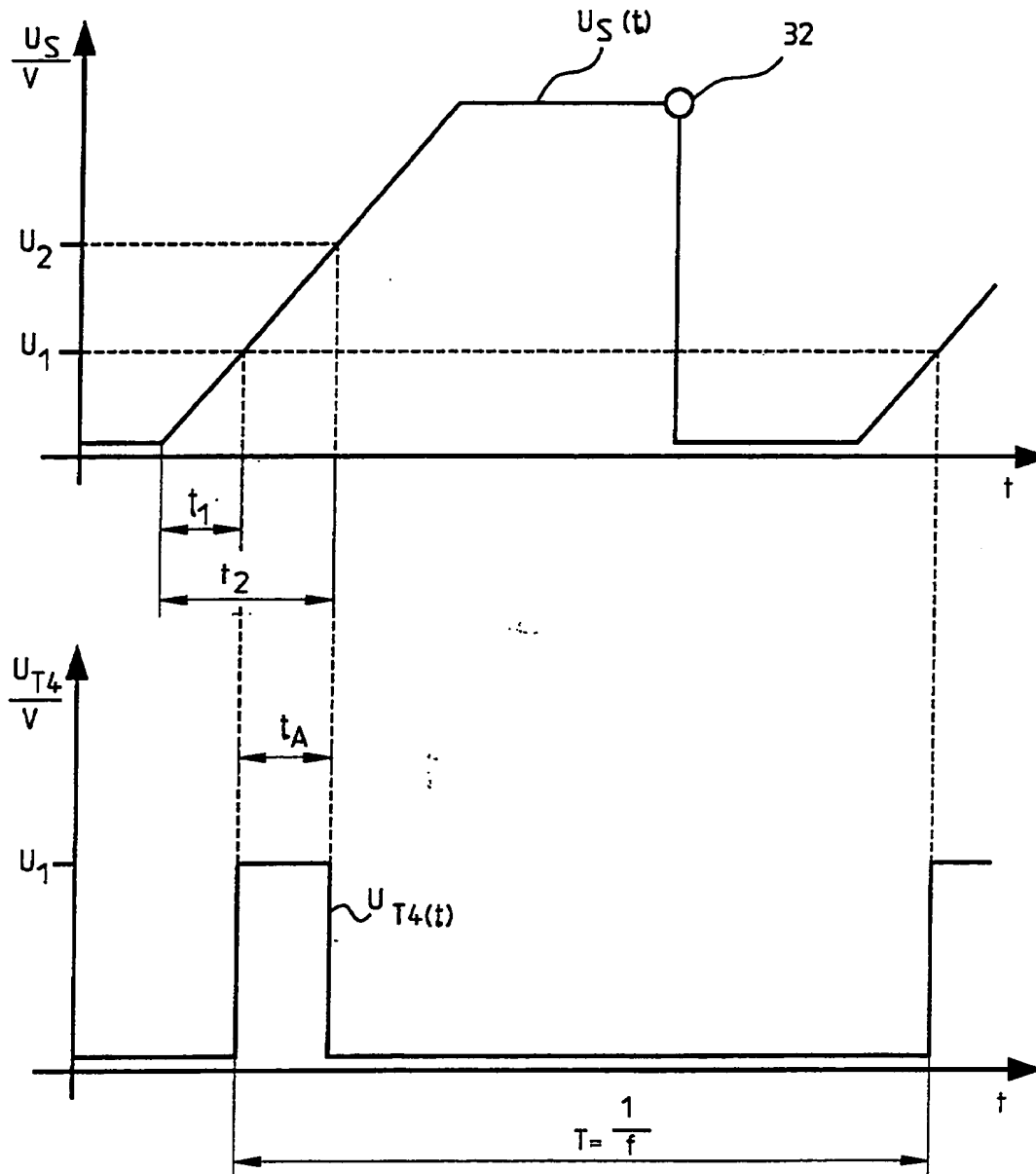


Fig.4